

**Т. С. Чибрик**

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОБЛЕМЕ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ
НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ
В УРАЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
К 100-летию со дня рождения В. В. Тарчевского**

Большая часть населения земного шара уже в настоящее время живет в окружении техногенных ландшафтов, они же энергично используются для нужд рекреации и массового кратковременного туризма — так называемые пригородные зоны. Свойственные им измененные биотические системы и сложные инженерно-технические структуры создают постоянную среду жизни людей. Но большинство техногенных ландшафтов в теперешнем их состоянии явно неблагоприятны и даже опасны для здоровья человека.

Кроме того, все техногенные ландшафты из-за низкой биологической продуктивности и специфических биофизических и биохимических свойств образуют своеобразные провалы и барьеры на путях планетарной миграции веществ и энергии. Они искажают нормальный ход таких фундаментальных процессов, протекающих в биосфере, как биологический круговорот азота, газовый режим атмосферы и других, снижают их интенсивность.

В границах современных техногенных ландшафтов отношения между структурами техносферы и биосферы в той или иной степени антагонистичны, возможности их гармоничного существования ограничены и должным образом не используются.

Характерной чертой их является нарушение целостности и сплошности «пленки жизни» в биосфере¹, вплоть до полного уничтожения почвенного и растительного покровов в результате деятельности человека, сравнимой по значимости с геологическими процессами. Среди техногенных ландшафтов особое место по своему отрицательному воздействию на естественные природные комплексы (да и на здоровье человека) занимают так называемые *промышленные отвалы*. На Урале они концентрируются в окрестностях большинства населенных пунктов и всех крупных городов на площади в целом свыше 100 тыс. га.

Основная задача исследовательских, опытно-производственных и производственных работ по рекультивации — устранить вредоносное, загрязняющее воздействие этих земель на прилегающие территории, вернуть им биологическую и социально-экономическую ценность.

Таким образом, под рекультивацией земель понимается комплекс работ, направленных на *восстановление биологической продуктивности и хозяйствен-*

ной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей природной среды.

На Урале работы по рекультивации нарушенных промышленностью земель были начаты в 1959—1961 годах, когда по инициативе и под руководством доктора биологических наук В. В. Тарчевского в Уральском государственном университете создается хозрасчетная лаборатория промышленной ботаники — специальное учреждение, сосредоточившее внимание на изучении методов фитомелиорации промышленных отвалов. Он не только создал стабильный научный коллектив, в который органично входили студенты биофака, но и широко привлекал специалистов других научных учреждений и кафедр биологического факультета (В. П. Фирсова, Г. А. Кулай, А. Л. Дулькин, Ф. Д. Дробиз, А. А. Кадочникова и др.). Плодотворным оказалось долготное сотрудничество с крупным альгологом страны Э. А. Штиной (зав. кафедрой ботаники Кировского сельскохозяйственного института, под руководством которой стало развиваться новое направление по альгологии в техногенных ландшафтах).

Областью научных интересов самого В. В. Тарчевского² было преимущественно ботаническое направление исследований: закономерности формирования фитоценозов на промышленных отвалах, внутривидовые взаимоотношения растений на специфических субстратах промышленных отвалов. В. В. Тарчевский является одним из основоположников нового направления ботанической науки — промышленной ботаники. За относительно короткий срок (1959—1969) по данной проблеме им опубликовано свыше 40 работ по широкому спектру вопросов, разработана классификация промышленных отвалов, а по результатам опытнической работы коллектива — практические рекомендации по озеленению золоотвалов тепловых электростанций, которые имели всесоюзное значение³. В. В. Тарчевский и созданный им коллектив большое внимание уделяли практическому проведению работ по озеленению золоотвалов тепловых электростанций на Урале. Эти работы проводились с широким привлечением студентов биофака, многократно представлялись на ВДНХ СССР, где им присуждались серебряные и бронзовые медали⁴.

В проведении исследований по проблеме биологической рекультивации ясно выделяются несколько этапов. На первом этапе (с 1959 г. до конца 1970-х годов) по хозяйственным договорам с промышленными предприятиями разрабатывались способы биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель. Результатом исследований были рекомендации, которые использовались при составлении проектов и в практическом проведении биологической рекультивации. Как правило, учет конкретных экологических условий позволял значительно удешевить проектные и практические работы по биологической рекультивации изученных техногенных образований и даже выделить группу площадей, не требующих биологической рекультивации. Это старые отвалы с хорошим восстановлением растительного и почвенного покровов.

В этот же период был собран новый большой и оригинальный материал, имеющий важное теоретическое значение, который был обобщен в докторской диссертации В. В. Тарчевского⁵, в кандидатских диссертациях Г. М. Пикаловой⁶, Ф. М. Шубина⁷, И. И. Шиловой⁸ А. И. Лукьянца⁹.

В 1968 году на биологическом факультете УрГУ была создана кафедра геоботаники и почвоведения под руководством доктора биологических наук Б. П. Колесникова, который в 1969 году стал консультантом научно-исследовательских работ лаборатории промышленной ботаники вместо безвременно ушедшего из жизни ее основателя — В. В. Тарчевского. Благодаря Б. П. Колесникову направление «Рекультивация нарушенных земель и оптимизация техногенных ландшафтов» получило признание АН СССР. С 1971 года исследования лаборатории стали координироваться двумя ее научными советами по проблемам «Биогеоценология и охрана природы» и «Комплексное биогеоценологическое изучение живой природы и основы ее рационального освоения и охраны». В составе этого совета была создана секция оптимизации техногенных ландшафтов, а в 1986 году — секция техногенных биогеоценозов.

Уже в первой статье Б. П. Колесников, признавая приоритет В. В. Тарчевского в промышленной ботанике как разделе ботанической науки, отмечал сложность и многогранность проблемы фитомелиорации промышленных отвалов, требующей на всех этапах комплексных исследований специалистами различных профилей, т. е. дал биогеоценотическую направленность исследованиям по биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель¹⁰.

Особенно результативными для ученого стали 1974—1975 годы, когда Б. П. Колесников опубликовал постановочные работы: «О научных основах биологической рекультивации техногенных ландшафтов», «Рекультивация земель, нарушенных промышленностью» (в соавт. с Л. В. Моториной), «К вопросу о классификации промышленных отвалов как компонентов техногенных ландшафтов» (в соавт. с Г. М. Пикаловой), «Рекультивация техногенных ландшафтов» и др.¹¹ Было проведено биорекультивационное районирование Свердловской области¹². Исследования лаборатории перешли от этапа накопления данных к их теоретическому осмыслению на биогеоценотическом уровне.

За 10 лет работы научным консультантом лаборатории Борисом Павловичем лично и в соавторстве с ее сотрудниками — Г. М. Пикаловой, М. В. Пасынковой, С. Я. Левит, Т. С. Чибрик, Г. И. Махониной, Э. Б. Тереховой, аспирантом А. И. Лукьянцем — опубликовано 19 работ, занимающих достойное место в трудах исследователей проблемы рекультивации нарушенных земель и оптимизации техногенных ландшафтов как в нашей стране, так и за рубежом¹³.

В 1975 году авторский коллектив сотрудников лаборатории промышленной ботаники и кафедры ботаники и почвоведения — Г. М. Пикалова, Т. С. Чибрик, И. И. Шилова, М. В. Пасынкова, С. Я. Левит, Ф. М. Шубин,

Э. Б. Терехова, Р. И. Ланина, Г. С. Плошко — во главе с Б. П. Колесниковым за цикл работ по теме «Рекультивация территорий, нарушенных промышленностью», удостоен первой премии Уральского государственного университета за достижения в научно-исследовательской деятельности.

Большой вклад в исследования по проблеме биологической рекультивации внесли первые сотрудники хозрасчетной лаборатории промышленной ботаники, начавшие свою работу под руководством В. В. Тарчевского¹⁴.

Г. М. Пикалова (Власова) — первая заведующая лабораторией (1969—1975) — выполнила исследование по биологии многолетних трав при выращивании на каменноугольной золе, изучила процессы формирования фитоценозов на золоотвалах тепловых электростанций и способы их биологической рекультивации. Она является автором публикаций по широкому спектру теоретических и практических вопросов, в том числе по классификации промышленных отвалов (в соавт. с Б. П. Колесниковым). Всего за годы работы в УрГУ ею опубликовано 44 научных труда.

М. В. Пасынкова (Хамидулина) издала свыше 100 работ по широкому спектру теоретических и практических вопросов по проблеме биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций, нарушенных земель при открытой добыче огнеупорных глин, отвалов отходов литейного производства. Для этих объектов изучены их экологические характеристики, рекомендованы способы биологической рекультивации и возможные направления, определено содержание тяжелых металлов в системе «субстрат — растение» на примере отвалов отходов литейного производства, разработаны другие вопросы.

В круг научных интересов С. Я. Левит (Беспрозваной) в качестве объектов входили золоотвалы тепловых электростанций, отвалы открытых разработок железорудных месторождений преимущественно Урала, шламохранилище Качканарского горно-обогатительного комбината, где проводились долговременные исследования на стационарной основе. Ею опубликовано свыше 45 работ, всесторонне освещавших полученные результаты исследований.

И. И. Шиловой выполнена трудная и оригинальная работа по исследованию экологических характеристик, процесса формирования растительности и биологическим особенностям некоторых видов растений на шламовых отвалах алюминиевых заводов Урала. Результаты были обобщены в кандидатской диссертации, успешно защищенной в 1972 году.

Э. Б. Терехова провела долговременные интересные исследования по проблеме биологической рекультивации нарушенных земель при разработке железорудных месторождений на знаменитом Соколовско-Сарбайском горно-обогатительном комбинате и бокситовых месторождениях в степной зоне Северного Казахстана. Ею подробно изучены свойства пород с учетом их пригодности для биологической рекультивации, разработаны рекомендации по способам ее осуществления и проведена их апробация на значительных площадях. При исследовании обращалось внимание на особенности началь-



Сотрудники лаборатории промышленной ботаники.

Слева направо: 2-й — В. В. Тарчевский, профессор, заведующий лабораторией; 3-я — М. В. Пасынкова, лаборант, в дальнейшем старший научный сотрудник лаборатории; 4-я — С. Я. Левит, лаборант, в дальнейшем заведующая лабораторией. С фотографии 1965 г.

ных этапов почвообразования на различных породах в условиях степной зоны. По широкому спектру вопросов, связанных с проблемой биологической рекультивации, ею опубликовано свыше 50 работ.

Существенный вклад в разработку обсуждаемой проблемы внесли Г. Г. Карташева, Н. А. Саламатова, Г. С. Плошко, Н. А. Лебедева, Р. И. Ланина. Большой объем работ по полевым наблюдениям, закладке опытных и полупроизводственных стационаров, первичной обработке фактического материала выполнен студентами биологического факультета, специализирующимися на базе лаборатории. По полученным в процессе учебно-производственной и производственной практики результатам оформлено и успешно защищено свыше 300 курсовых и дипломных работ. Многие студенты в период обучения на очном и заочном отделениях биофака прошли хорошую подготовку, работая в лаборатории лаборантами.

Объектом исследования лаборатории являются трудные для биологической рекультивации пылящие и зачастую токсичные массивы отвалов перерабатывающей промышленности, находящиеся на Урале и в Сибири. Это зола тепловых электростанций, красный шлам алюминиевого производства, «хвосты» обогатительных фабрик. За годы работы лаборатории было обследовано 35 тыс. га нарушенных промышленностью земель. Рекомендации лабора-

тории эффективно использовались при биологической рекультивации около 2 тыс. га.

Теоретические и практические разработки в большинстве случаев уникальны, так как касаются неизученных, очень трудных для рекультивации объектов, оказывающих чрезвычайно вредное воздействие на окружающую природную среду (золоотвалы ТЭЦ, шламохранилища после переработки железной руды и руд цветных металлов, нарушенные земли предприятий химической, машиностроительной промышленности и др.). Работы были проведены на разнотипных отвалах и в разных зональных условиях. Решение обозначенной проблемы важно для промышленного Урала как с теоретической, так и с практической стороны.

Исследования проводились на Урале на следующих техногенных образованиях:

1. Нарушенные земли горно-добывающей промышленности:

- промышленные отвалы, образованные при добыче железной руды;
- промышленные отвалы, образованные при добыче угля;
- глубокий (до 500 м) угольный карьер.

2. Нарушенные земли предприятий перерабатывающей промышленности:

- золоотвалы (шлакоотвалы) тепловых электростанций, работающих на высокочернозёмных углях;
- шламохранилища после обогащения железной руды и руд цветных металлов;
- отвалы отходов литейного производства.

Для успешного проведения биологической рекультивации важное значение имеют исследования флористического состава формирующихся сообществ, процессов восстановления фитоценоза на нарушенных промышленностью землях, когда катастрофически уничтожены почвенный и растительный покровы. Поэтому за последние 15 лет, когда была организована проблемная лаборатория антропогенной динамики экосистем и биологической рекультивации, основное внимание было направлено на фундаментальные исследования экологических основ создания устойчивых и продуктивных биогенотопов на нарушенных промышленностью землях.

Важным направлением этих исследований является изучение динамики ценопопуляций культурных видов в фитоценозах, созданных при биологической рекультивации¹⁵, и видов — доминантов растительных сообществ, возникших в процессе самозарастания¹⁶.

Исследования на золоотвалах показали, что формирование сообществ идет по типу первичных сукцессий на открытом, практически безжизненном пространстве, часто в экстремальных эдафических (своеобразных по химическим и физическим свойствам) и микроклиматических условиях¹⁷. На первых этапах формирования осуществляются жесткий экотопический отбор и интенсивная элиминация растений, особенно в фазе проростков и всходов. Виды, имеющие преимущества по любому из жизненных параметров, обладают бо-

лее высоким потенциалом для выживания и формирования жизнеспособной ценопопуляции. В этих условиях, на наш взгляд, определяющее значение в формировании растительных сообществ играет процесс дифференциации ниш.

По результатам работы в 2002 году сотрудниками лаборатории успешно защищены две кандидатских диссертации¹⁸, которые посвящены формированию флоры и растительности в условиях отвалов и карьеров открытых угольных разработок (на примере Челябинского бурогоугольного бассейна) и золоотвалов тепловых электростанций.

Большое внимание уделялось характеристике флоры нарушенных промышленностью земель Урала¹⁹.

Результаты исследований также нашли отражение в коллективной монографии²⁰, где дана характеристика процессов естественного восстановления фитоценозов и трансформации культурфитоценозов на золоотвалах в разных зонально-климатических условиях.

Подведены итоги исследований по биологической рекультивации нарушенных земель угольных месторождений Урала²¹.

Лаборатория является базой подготовки специалистов-экологов. Ежегодно в ней проходят специализацию 7—10 студентов-экологов биологического факультета УрГУ с защитой курсовых и дипломных работ по тематике лаборатории. Разработан и читается на 5-м курсе спецкурс «Культурфитоценология с основами биологической рекультивации» (30 ч). Изданы и используются в учебном процессе два учебных пособия²².

Полученные результаты исследований используются в лекционных курсах «Общая экология», «Культурфитоценология с основами биологической рекультивации», «Биогеохимия», спецпрактикумах по почвоведению, геоботанике и др., при проведении комплексной практики по экологии студентов 2-го курса биологического факультета (специальность «Экология»), а также при проведении производственной практики и выполнении курсовых и дипломных работ студентами-экологами, специализирующимися на кафедре экологии. Это позволяет повысить уровень подготовки студентов экологического профиля.

Авторскому коллективу лаборатории в составе автора этих строк, старших научных сотрудников, кандидатов биологических наук Н. В. Лукиной и М. А. Глазыриной, научного сотрудника Е. И. Филимоновой решением ученого совета УрГУ в 2004 году присуждена первая премия Уральского государственного университета за цикл работ «Изучение процессов формирования фитоценозов на нарушенных промышленностью землях и разработка методов биологической рекультивации».

Хочется надеяться, что это является хорошим подарком к 100-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора В. В. Тарчевского.

¹ См.: Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965.

² См.: *Тарчевский В. В.* Промышленные отвалы и их освоение // Растительность и промышленные загрязнения. Охрана природы на Урале: Материалы конф. Свердловск, 1964. Вып. 4. С. 67—80; *Тарчевский В. В.* Закономерности формирования фитоценозов на промышленных отвалах: Автореф. дне. ... д-ра биол. наук / Том. ун-т. Томск, 1967; *Тарчевский В. В.* К вопросу о выделении новой отрасли ботанических знаний — промышленной ботаники // Растительность и промышленные загрязнения: Охрана природы на Урале. Свердловск, 1970. Вып. 7. С. 5—9; *Тарчевский В. В.* Классификация промышленных отвалов и их освоение // Растительность и промышленные загрязнения: Охрана природы на Урале. Вып. 7. С. 84—89.

³ См.: Опыт закрытия растительностью шлаконаливных полей (золоотвалов) тепловых электростанций Урала: Проспект ВДНХ / В. В. Тарчевский, С. Я. Беспрозвана, Г. М. Власова, М. В. Хамидулина, Ф. М. Шубин. Свердловск, 1962; Озеленение золоотвалов тепловых электростанций Урала: Проспект ВДНХ. Свердловск, 1964.

⁴ См.: *Пасынкова М. В.* Лаборатория промышленной ботаники: 45 лет работы // Мы постигаем логику живого. Екатеринбург, 2004. С. 188—196.

⁵ См.: *Тарчевский В. В.* Закономерности формирования фитоценозов на промышленных отвалах.

⁶ См.: *Пикалова Г. М.* Некоторые особенности биологии костра безостого, регнерии волокнистой и люцерны синегибридной при выращивании на каменноугольной золе: Автореф. дне. ... канд. биол. наук / Том. ун-т. Томск, 1968.

⁷ См.: *Шубин С. М.* Особенности роста и развития донника белого, люцерны желтой и регнерии волокнистой на каменноугольной золе: Автореф. дне. ... канд. биол. наук. / Том. ун-т. Томск, 1970.

⁸ См.: *Шилова И. И.* Формирование растительности и биологические особенности некоторых видов растений на шламовых отвалах алюминиевых заводов Урала: Автореф. дне. ... канд. биол. наук / УФАИ СССР. Свердловск, 1972.

⁹ См.: *Лукьянец А. И.* Естественное зарастание древесными растениями отвалов горно-промышленного Урала (на примере отвалов Свердловской и Челябинской областей): Автореф. дне. ... канд. биол. наук / УНЦ АН СССР. Свердловск, 1975.

¹⁰ См.: *Колесников Б. П., Пикалова Г. М.* Некоторые результаты работы лаборатории промышленной ботаники Уральского университета по фитомелиорации промышленных отвалов // Рекультивация в Сибири и на Урале. Новосибирск, 1970. С. 89—98.

¹¹ См.: *Колесников Б. П.* О научных основах биологической рекультивации техногенных ландшафтов // Проблемы рекультивации земель в СССР. Новосибирск, 1974. С. 12—25; *Колесников Б. П.* Рекультивация техногенных ландшафтов // Человек и среда обитания. Л., 1974. С. 220—232; *Колесников Б. П., Моторина Л. В.* Рекультивация земель, нарушенных промышленностью: Проблемы оптимизации техногенных ландшафтов: Информ. письмо отделения общей биологии АН СССР. М., 1974; *Колесников Б. П., Моторина Л. В.* Проблемы рекультивации земель // Природа. 1975. № 34. С. 60—69; *Колесников Б. П., Моторина Л. В.* Методы изучения биогеоценозов в техногенных ландшафтах // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. М., 1978. С. 5—31; *Колесников Б. П., Пикалова Г. М.* К вопросу о классификации промышленных отвалов как компонентов техногенных ландшафтов // Растения и промышленная среда. Свердловск, 1974. С. 3—28.

¹² См.: *Колесников Б. П., Лукьянец А. И.* Биорекультивационное районирование Свердловской области // Растения и промышленная среда. Свердловск, 1976. С. 10—16.

¹³ См.: Биологическая рекультивация техногенных ландшафтов: Указ. работ, выполненных в Уральском университете (1957—1999) / Сост. М. В. Пасынкова, М. А. Глазырина. Екатеринбург, 2000; *Чайкина Г. М.* Техногенный ландшафт—один из научных интересов члена-корреспондента АН СССР Б. П. Колесникова // Б. П. Колесников — выдающийся отечественный лесовед и эколог: К 90-летию о дня рождения: Тез. докл. науч. конф., 7—8 дек. 1999 г. Екатеринбург, 1999.

¹⁴ См.: Биологическая рекультивация техногенных ландшафтов.

¹⁵ См.: Глазырина М. А. Структура ценопопуляции люцерны пестрогибридной (*Medicago media* Pers) в экспериментальных посевах Коркинского угольного разреза // Биологическая рекультивация нарушенных земель: Материалы Междунар. совещ., 26—29 авг. 1996 г. Екатеринбург, 1997. С. 67—77; Глазырина М. А., Пасынкова Е. В. Структура ценопопуляций эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria* (Kit) DC) в экспериментальных посевах Коркинского угольного разреза // Экологические исследования на Урале. Екатеринбург, 1997. С. 75—91.

¹⁶ См.: Чибрик Т. С. Сравнительная характеристика ценопопуляций вейника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth) в техногенных ландшафтах // Экологические исследования на Урале. С. 64—75.

¹⁷ См.: Лукина Н. В. Некоторые особенности формирования растительности на золоотвалах Южноуральской ГРЭС // Итоги интродукции и селекции травянистых растений на Урале. Екатеринбург, 2001. С. 135—146; Чибрик Т. С., Елькин Ю. А. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях: Биологическая рекультивация. Свердловск, 1991; Чибрик Т. С., Кравченко Н. В. Флора и растительность золоотвалов в зависимости от зонально-климатических условий // Растения и промышленная среда. Свердловск, 1990. С. 8—22.

¹⁸ См.: Глазырина М. А. Особенности формирования флоры и растительности в условиях отвалов и карьеров открытых угольных разработок: (На примере Челябинского бурогоугольного бассейна): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2002; Лукина Н. В. Особенности формирования флоры и растительности в условиях золоотвалов тепловых электростанций: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2002.

¹⁹ См.: Глазырина М. А. Систематическая и биоэкологическая структура флоры нарушенных земель Челябинского бурогоугольного бассейна // Биологическая рекультивация нарушенных земель: Материалы Междунар. совещ., 3—7 июня 2002 г. Екатеринбург, 2003. С. 61—72; Лукина Н. В. Восстановление фиторазнообразия на золоотвалах в разных зонально-климатических условиях // Биологическая рекультивация нарушенных земель. С. 267—277; Чибрик Т. С., Лукина Н. В., Глазырина М. А. Характеристика флоры нарушенных промышленностью земель Урала: Учеб. пособие. Екатеринбург, 2004.

²⁰ См.: Махнев А. К., Чибрик Т. С., Трубина М. Р., Лукина Н. В. и др. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале. Екатеринбург, 2002.

²¹ См.: Чибрик Т. С. К вопросу о биологической рекультивации нарушенных земель угольных месторождений Урала // Биологическая рекультивация нарушенных земель. С. 542—557.

²² См.: Чибрик Т. С. Основы биологической рекультивации: Учеб. пособие. Екатеринбург, 2002; Чибрик Т. С., Лукина Н. В., Глазырина М. А. Характеристика флоры нарушенных промышленностью земель Урала: Учеб. пособие. Екатеринбург, 2004.